

Dorota DOBROWOLSKA
Instytut Badawczy Leśnictwa
Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska
Sękocin Las, 05-090 Raszyn
e-mail: dorotad@ikp.atm.com.pl

ŻYWOTNOŚĆ JODŁY W DRZEWOSTANACH REZERWATU JATA

THE VITALITY OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) STANDS IN THE JATA
RESERVE IN POLAND

Abstract. *The vitality of silver fir stands growing in the lowlands is presented in the study. It was found that the structure and the vitality of fir stands are good in the 'Jata' reserve. Great number of very small diameters (dbh: 7-12 cm) and small diameters firs (dbh: 12-24 cm) shows that this tree species is very dynamic on the border of its natural range. The high vitality and quantity of small diameter firs (dbh <24cm) suggests the possible increase in the share of fir in stand species composition. The results revealed that the vitality of younger, smaller fir was affected by site type, phase of forest development and stand species composition. Fir vitality was not influenced by the growth condition of older trees.*

Key words: *vitality, crown defoliation, crown length, silver fir, lowlands.*

1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach obserwowane jest zjawisko zmniejszania się udziału jodły w górskich i wyżynnych drzewostanach Europy. Przyczyn kurczenia się zasięgu tego gatunku poszukiwano wśród kompleksowo działających czynników, z których za podstawowy uważa się przyjęcie niewłaściwego sposobu zagospodarowania (BECKER i in. 1989, BERNADZKI 1983, HIPPOLITI 1989).

Od dawna sądzi się, że najostrzejsze objawy zamierania jodły obserwowane są przede wszystkim w drzewostanach jednogatunkowych, jednogeneracyjnych i jednopiętrowych. Natomiast w drzewostanach o zróżnicowanej strukturze wiekowej, piętrowej, a szczególnie w drzewostanach o strukturze przerębowej, jodła znajduje najlepsze warunki wzrostu i rozwoju (DOBROWOLSKA 1996; JAWORSKI, ZARZYCKI 1983; KACZMARSKI, LORYŚ 1993; SZYMKIEWICZ 1951). Drzewostany o strukturze wielopiętrowej wywierają korzystny wpływ na żywotność jodeł (BERNADZKI 1983; GRANICZNY, UKLEJA-DOBROWOLSKA 1990; JAWORSKI 1979; MAYER 1979; NIEDZIELSKA 1992; SCHÜTZ i in. 1986). W lesie o strukturze przerębowej, odznaczającym się maksymalnym wypełnieniem przestrzeni masą asymilującego igliwia, jodła znajduje najlepsze warunki odnowienia: korzystną wilgotność powietrza i górnych warstw gleby, mały ruch powietrza, dużą ilość CO₂ i niewielkie amplitudy temperatury (BERNADZKI 1971). W Polsce zachowało się niewiele drzewostanów jodłowych o strukturze zbliżonej do przerębowej, a większość z nich znajduje się na terenie rezerwatów.

Z badań licznych autorów wynika, że nie tylko struktura, ale także skład gatunkowy drzewostanów wpływa na ich zdrowotność. Z literatury wiadomo, że jodła charakteryzuje się często wyższą żywotnością w drzewostanach mieszanych (DOBROWOLSKA 1996; JAWORSKI, ZARZYCKI 1983). O jej zdrowotności decydują także warunki siedliskowe. Najbardziej dynamiczna jest na siedliskach średnio żyznych (JAWORSKI, ZARZYCKI 1983), natomiast na wilgotnych charakteryzuje się wyższą żywotnością (LEIBUNDGUT 1974).

Notowane od lat pogarszanie się stanu zdrowotnego drzewostanów z udziałem jodły stwarza konieczność kontroli ich żywotności w całym naturalnym zasięgu występowania tego gatunku. Niniejsza praca* stanowi próbę oceny stanu zdrowotnego drzewostanów jodłowych i z udziałem jodły rosnących na terenie rezerwatu Jata. W badaniach przyjęto za kryterium oceny zdrowotności drzewostanów żywotność drzew. Określono ją na podstawie wybranych cech jakościowych drzewostanów jodłowych i z udziałem jodły. Dla ukierunkowania postępowania hodowlanego ważne jest stwierdzenie, czy obniżenie żywotności

* Praca została zrealizowana w ramach tematu BLP-523 na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych

jodły w jednakowym stopniu dotknęło drzewa w różnym wieku, o różnym stanowisku biosocjalnym, jak również o różnej wielkości korony.

2. METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na terenie rezerwatu Jata położonego w przyrodniczolesnej Dzielnicy Niziny Podlaskiej i Wysoczyzny Siedleckiej, w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. Rezerwat Jata jest jednym z kresowych naturalnych stanowisk jodły na niżu.

Badania przeprowadzono w latach 1992-93 na 317 powierzchniach kołowych o wielkości 0,025 ha, założonych w węzłach siatki prostokątów o wymiarach 100 x 200 m (w drzewostanach z udziałem jodły) oraz 200 x 400 m (w drzewostanach bez udziału jodły). W badaniach zastosowano metodę losowych powierzchni próbnych, na których drzewostan i odnowienie pomierzono na współśrodkowych kołach o różnym promieniu. Na każdej powierzchni badawczej pomierzono pierśnice wszystkich drzew oraz określono wysokość najwyższego drzewa w warstwie drzewostanu. Następnie dokonano oceny drzew według następującej klasyfikacji:

- przynależność do warstwy drzewostanu (wg klasyfikacji IUFRO): 1 – warstwa górna, 2 – środkowa, 3 – dolna;
- długość korony (wg klasyfikacji IUFRO): 1 – korona długa $> 1/2$ długości strzały, 2 – korona średnia: $1/4-1/2$ długości strzały, 3 – korona krótka $< 1/4$ długości strzały;
- typ wierzchołka korony określony na podstawie przyrostu pędu wierzchołkowego: 1 – typ stożkowy, 2 – typ zaokrąglony, 3 – typ szerokoparaboloidalny charakteryzujący się wyraźnym zahamowaniem przyrostu wierzchołkowego, które nastąpiło w ostatnich latach, 4 – typ płaski, zahamowanie przyrostu trwa od kilkunastu lat (JAWORSKI 1979);
- typ przerzedzenia korony: 1 – peryferyjny, 2 – odśrodkowy, 3 – oddolny, 4 – odgórny, 5 – podwierzchołkowy, 6 – równomierny, 7 – lukowaty. Typ przerzedzenia korony określono dla drzew, u których ubytek aparatu asymilacyjnego wynosi nie mniej niż 25%;
- ubytek aparatu asymilacyjnego w 5% stopniach defoliacji.

Żywotność drzew określono na podstawie wszystkich cech składających się na ogólny wygląd drzewa. Wyróżniono 4 klasy żywotności drzew:

- 1 – drzewa zdrowe: ubytek aparatu asymilacyjnego do 10%, korona długa, igliwie ciemnozielone, typ wierzchołka stożkowy, brak przerzedzenia korony;
- 2 – drzewa słabo uszkodzone: ubytek aparatu asymilacyjnego do 25%, korona długa lub średnia, typ wierzchołka wąskoparaboloidalny lub zaokrąglony;

3 – drzewa średnio uszkodzone – ubytek aparatu asymilacyjnego do 60%, korona średnia, wyraźne zahamowanie przyrostu wysokości i przerzedzenie korony;

4 – drzewa silnie uszkodzone – ubytek aparatu asymilacyjnego powyżej 60%, korona krótka, całkowite zahamowanie przyrostu, igliwie szarozielone, przebarwione.

Na podstawie wykonanych w terenie pomiarów określono procentowy udział drzew w poszczególnych klasach długości koron, typu wierzchołka, typu przerzedzenia i klasach żywotności oraz obliczono średnie wartości wskaźników cech biomorfologicznych koron drzew. Wszystkie obliczenia przeprowadzono w następujących klasach grubości $d_{1,3}$: 7,0-11,9 cm, 12,0-23,9 cm, 24,0-35,9 cm, 36,0-47,9 cm, ≥ 48 cm. W badaniach uwzględniono następujące

Tabela 1
Table 1

Kategorie drzewostanów jodlowych z udziałem jodły na terenie rezerwatu Jata (DOBROWOLSKA 1996)
Categories of fir stands with the fir share in the Jata reserve (DOBROWOLSKA 1996)

Kategoria Category	Udział jodły w % Share of fir %	Rodzaj domieszki Kind of admixture	Gatunki domieszkowe Admixture species
1	≥ 90		brak lub rzadko seldom or never
2	50-80	gatunki pozytywne positive species	So, Brz pine, birch
3	50-80	gatunki neutralne indifferent species	Js, Ol, Db, Os, Lp, Św ash, alder, oak, aspen, lime, spruce
4	50-80	gatunki negatywne negative species	Gb: 10-20% hornbeam: 10-20%
5	20-40	gatunki pozytywne positive species	So, Brz pine, birch
6	20-40	gatunki neutralne indifferent species	Js, Ol, Db, Os, Lp, Św ash, alder, oak, aspen, lime, spruce
7	20-40	gatunki negatywne negative species	Gb: 10-20% hornbeam: 10-20%
8	≤ 10	gatunki pozytywne positive species	So, Brz pine, birch
9	≤ 10	gatunki neutralne indifferent species	Js, Ol, Db, Os, Lp, Św ash, alder, oak, aspen, lime, spruce
10	≤ 10	gatunki negatywne negative species	Gb: 10-20% hornbeam: 10-20%

warunki środowiskowe: typ siedliskowy lasu, fazę rozwoju lasu (wg LEIBUNDGUT'a 1979) oraz skład gatunkowy drzewostanów. Rezerwat Jata charakteryzuje się dużą różnorodnością gatunkową drzewostanów z udziałem jodły, dlatego też w badaniach wyróżniono 10 kategorii ze względu na udział jodły i skład gatunkowy domieszek, przyjmując za kryterium ich wyróżniania udział gatunków pozytywnych, obojętnych i negatywnych dla odnowienia naturalnego jodły (tab. 1).

Żywotność jodły oraz pozostałe cechy biomorfologiczne drzew porównano w poszczególnych klasach grubości w zależności od wybranych elementów taksonomicznych, wykorzystując test Kruskala-Wallisa (SOKAL, ROLPH 1981).

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Charakterystyka wybranych cech morfologicznych koron jodeł w zależności od warunków środowiska

3.1.1. Długość korony

Średni wskaźnik długości koron wszystkich badanych jodeł wynosił 1,57 i wahał się od 1,3 do 1,7 w zależności od klasy grubości. Test Kruskala-Wallisa wykazał, że istotny wpływ na wielkość korony mają: siedliskowy typ lasu ($T=26,56$; $P\alpha=0,00007$), faza rozwoju lasu ($T=55,8$ $P\alpha=8,9 \cdot 10^{-11}$), skład gatunkowy drzewostanu ($T=51,95$; $P\alpha=4,6 \cdot 10^{-8}$) oraz grubość drzew ($T=10,59$; $P\alpha=0,003$). Natomiast długość korony nie zależy od położenia drzew w drzewostanie (warstwa). Największy procentowy udział drzew o długich koronach (67%) stwierdzono wśród najgrubszych jodeł ($d_{1,3} \geq 48$ cm), jednocześnie nie zaobserwowano drzew o skróconych koronach. Im drzewa cieńsze, tym udział drzew o skróconych koronach był większy (tab. 2).

Wyniki analizy badanej cechy w zależności od siedliskowego typu lasu wskazują, że większymi koronami charakteryzowały się jodły na siedliskach borowych niż na siedliskach lasowych we wszystkich klasach grubości. Wyjątkiem były drzewa najgrubsze, dla których wskaźnik wielkości korony był podobny niezależnie od warunków siedliskowych (1,3-1,6). Statystycznie istotny wpływ warunków siedliskowych na wielkość korony stwierdzono w klasach grubości drugiej ($T=12,91$; $P\alpha=0,005$) i trzeciej ($T=8,10$; $P\alpha=0,017$). Największy udział drzew o długich koronach w tych klasach grubości zaobserwowano na siedlisku BMw (78%) i BMśw (ponad połowa drzew posiadała korony dłuższe od połowy długości strzały).

Tabela 2
Table 2

Udział procentowy drzew w klasach długości korony oraz średnia długość korony
Percentage of trees in the classes of the crown length and the mean length of the crown

Zródło zmienności Source of variability	Klasa grubości Thickness class																			
	7-12 cm				12-24 cm				24-36 cm				36-48 cm				>48 cm			
	1	2	3	sr. mean	1	2	3	sr. mean	1	2	3	sr. mean	1	2	3	sr. mean	1	2	3	sr. mean
BMw*	50	38	13	1,6	64	29	7	1,4	59	41	-	1,4	54	46	-	1,5	67	33	-	1,3
BMw*	-	-	-	-	78	22	-	1,2	-	-	-	-	87	33	-	1,3	-	-	-	-
LMw*	49	31	20	1,7	61	27	12	1,5	48	42	10	1,6	45	50	5	1,6	70	30	-	1,3
LMw*	37	16	47	2,1	38	43	19	1,8	30	35	35	2,1	36	64	-	1,6	62	38	-	1,4
Faza Phase																				
optymalna optimum	41	36	23	1,8	29	49	22	1,9	42	45	13	1,7	39	61	-	1,6	50	50	-	1,5
starzenia aging	26	57	17	1,9	56	36	8	1,5	48	44	7	1,6	50	50	-	1,5	60	40	-	1,4
rozpadu decay	67	16	17	1,5	42	26	32	1,9	-	40	60	2,6	38	50	12	1,8	43	57	-	1,6
odnowienia regeneration	53	25	22	1,7	65	27	8	1,4	55	33	12	1,6	50	50	-	1,5	86	14	-	1,1
przerebowia planter	43	36	21	1,8	64	33	3	1,4	53	47	-	1,5	60	40	-	1,4	100	-	-	1,0
młodociana youth	100	-	-	1,0	33	2	5	1,1	80	20	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-

Sklad gatunkowy Species composition																				
1	38	37	25	1,9	47	34	19	1,7	35	55	10	1,8	43	57	-	1,6	100	-	-	1,0
2	19	31	50	2,3	53	27	20	1,7	20	80	-	1,8	-	100	-	2,0	100	-	-	1,0
3	100	-	-	1,0	45	22	33	1,4	100	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
4	67	-	33	1,7	75	81	17	1,4	100	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
5	65	27	8	1,4	70	25	5	1,3	57	40	3	1,5	73	27	-	1,3	80	20	-	1,2
6	18	55	27	2,1	37	47	16	1,8	33	33	34	2,0	73	18	9	1,4	-	100	-	2,0
7	40	40	20	1,8	57	23	20	1,6	50	39	11	1,6	25	75	-	1,7	25	75	-	1,7
8	77	8	15	1,4	66	31	3	1,4	73	13	14	1,4	20	80	-	1,8	100	-	-	1,0
9	30	50	20	1,9	29	65	6	1,8	-	80	20	2,2	25	75	-	1,7	-	100	-	2,0
10	50	38	12	1,6	86	14	-	1,1	-	-	-	-	-	100	-	2,0	-	-	-	-
Warstwa: Layer																				
1	100	-	-	1,0	83	4	13	1,3	30	57	13	1,8	43	57	-	1,6	67	33	-	1,3
2	67	33	-	1,3	62	28	10	1,5	58	33	9	1,5	-	100	-	2,0	-	-	-	-
3	47	32	21	1,7	53	35	12	1,6	33	33	34	2,0	50	48	2	1,5	-	-	-	-
Rezerwat Reserve																				
	48	32	20	1,7	68	31	11	1,3	48	41	11	1,6	46	52	2	1,6	67	33	-	1,3

*BMśw – fresh mixed coniferous forest, BMw – moist mixed coniferous forest, LMśw – fresh mixed broad-leaved forest, LMw – moist mixed broad-leaved forest.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ fazy rozwoju lasu na długość korony jodeł w klasach grubości drugiej ($T=45,9$; $P\alpha=1,32 \cdot 10^{-8}$) i trzeciej ($T=11,91$; $P\alpha=0,04$). Wielkość korony drzew najcieńszych oraz najgrubszych nie zależy od fazy rozwoju drzewostanu. Najcieńsze drzewa wykształciły najdłuższe korony w fazie młodocianej (100% drzew miało długie korony). W fazie rozpadu i odnowienia przeważały również drzewa o długich koronach. Natomiast w pozostałych fazach znaczny udział stanowiły drzewa ze średnimi i skróconymi koronami. Najkrótsze korony wykształciły grubsze drzewa w fazie rozpadu; wskaźnik długości korony wahał się od 1,6 do 2,6. W fazie optymalnej i starzenia długość korony zwiększała się wraz ze wzrostem grubości drzewostanu. W fazie przerębowej i odnowienia niezależnie od grubości drzew dominowały jodły z długą koroną, jednocześnie nie stwierdzono drzew o skróconych koronach.

Skład gatunkowy drzewostanu wpływa istotnie na wielkość korony jodeł, odpowiednio dla klas grubości: 1 – $T=18,87$; $P\alpha=0,026$; 2 – $T=29,55$; $P\alpha=0,0005$; 3 – $T=16,24$; $P\alpha=0,039$; 5 – $T=16,31$ $P\alpha=0,02$. Tylko w 4 klasie grubości ($d_{1,3}$: 36,0-47,9) nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic wielkości korony pomiędzy wyróżnionymi kategoriami drzewostanów. W litej jedlinie przeważały drzewa o średniej długości korony, a wskaźnik wielkości korony malał wraz ze wzrostem grubości drzew. Podobne zależności zaobserwowano w drzewostanach jodłowych (kategorie 2, 3 i 4). Natomiast w drzewostanach mieszanych z udziałem gatunków pozytywnych (kategorie 5 i 8) stwierdzono korzystny wpływ sosny i brzozy na wielkość korony. Udział drzew z długą koroną był tu największy niezależnie od klasy grubości i wskaźnik długości nie przekroczył 1,4 (wyjątek stanowią drzewa o pierśnicy 36,0-47,9 cm). W drzewostanach z przewagą gatunków obojętnych (kategorie 6 i 9) stwierdzono duży udział drzew ze średnią wielkością korony; wskaźnik długości korony wahał się od 1,4 do 2,2. W drzewostanach z udziałem grabu (kategorie 4, 7, 10), a więc gatunku negatywnego dla odnowienia jodły, nie stwierdzono niekorzystnego wpływu domieszki tego gatunku na wielkość koron jodeł. W tych drzewostanach, szczególnie w niższych klasach grubości, przeważały drzewa z długimi koronami (średni wskaźnik długości korony wahał się od 1,1 do 1,8).

Istotny wpływ warstwy drzewostanu na długość korony jodły stwierdzono tylko w trzeciej klasie grubości ($T=7,38$; $P\alpha=0,024$), w której najdłuższymi koronami charakteryzowały się jodły w środkowej warstwie, a najkrótszymi w dolnej warstwie drzewostanu.

3.1.2. Typ wierzchołka korony

Średni wskaźnik wierzchołka korony dla wszystkich ocenianych jodeł w rezerwacie Jata wynosił w poszczególnych klasach grubości 1,4-2,1 (średnio 1,58). Wskazuje to na przewagę drzew charakteryzujących się korzystnymi cechami korony, a mianowicie wierzchołkami stożkowymi (60% ogółu drzew)

i zaokrąglonymi (24%). Wraz ze wzrostem grubości drzew stwierdzono zmniejszanie się udziału drzew o stożkowych koronach, i wzrost udziału drzew o wierzchołkach szerokoparaboloidalnych (tab. 3). Korony płaskie, o zahamowanym przyroście wysokości stanowią niewielki udział (od 0 do 3%) we wszystkich klasach grubości drzew. Analiza statystyczna wykazała bardzo istotny wpływ wszystkich badanych elementów taksacyjnych, tj.: siedliska ($T=25,31$; $P\alpha=0,0001$), fazy rozwoju lasu ($T=41,86$; $P\alpha=6,29 \cdot 10^{-8}$), składu gatunkowego drzewostanu ($T=43,74$; $P\alpha=0,000002$) oraz warstwy drzewostanu ($T=46,03$; $P\alpha=6,29 \cdot 10^{-8}$) na typ wierzchołka korony. Oznacza to, że warunki środowiskowe, w których rośnie drzewo, kształtują cechy biomorfologiczne korony.

Istotny wpływ siedliska stwierdzono w przypadku drzew cieńszych, o grubości nie przekraczającej 24 cm (odpowiednio dla klas grubości: 1 – $T=8,46$ $P\alpha=0,01$; 2 – $T=17,89$ $P\alpha=0,0005$). Typ wierzchołka drzew grubszych (3–5 klasa grubości) nie zależy od warunków wzrostu. Na siedlisku LMw stwierdzono najmniejszy udział drzew o koronach stożkowych i to we wszystkich badanych klasach grubości (49-53%). W pozostałych siedliskowych typach lasu udział drzew o stożkowych koronach w niższych klasach grubości wynosił 70-81%. Średni wskaźnik wierzchołka korony zwiększał się wraz ze wzrostem grubości drzewostanu i wśród najgrubszych drzew często przekraczał wartość 2,0. Wskaźnik ten był wyższy na siedliskach borowych niż na siedliskach lasowych. Na siedlisku BMśw udział drzew o szerokoparaboloidalnym wierzchołku wynosił 50%. Różnice te nie były jednak statystycznie istotne.

Wpływ fazy rozwoju drzewostanu na kształt wierzchołka korony stwierdzono tylko dla cienkich drzew grubości 12–24 cm ($T=26,83$; $P\alpha=0,000006$). Najkorzystniejsze cechy hodowlane jodeł zaobserwowano w fazie młodocianej, w której dominowały drzewa o najkorzystniejszych cechach wierzchołka korony. W fazie przerębowej, charakteryzującej się zróżnicowaną strukturą piętrową drzewostanów, stwierdzono również przewagę drzew o stożkowej koronie w klasach grubości 1–3. W starszych klasach grubości zwiększał się udział drzew o zaokrąglonym lub szerokoparaboloidalnym wierzchołku. W fazach odnowienia, optymalnej i starzenia stwierdzono zbliżone warunki wzrostu jodeł. Natomiast najwięcej jodeł o niekorzystnych cechach korony zaobserwowano w fazie rozpadu (26-60%), o czym świadczyła również wysoka wartość średniego wskaźnika wierzchołka korony niezależnie od grubości drzew.

Wyniki analizy statystycznej wskazują, że skład gatunkowy drzewostanu wpływa na kształtowanie się wierzchołka korony, ale tylko drzew cieńszych od 24 cm (1 – $T=21,68$ i $P\alpha=0,002$; 2 – $T=21,80$ i $P\alpha=0,009$). W drzewostanach jodłowych średni wskaźnik wierzchołka mieścił się w granicach 1,4–2,2. W niższych klasach grubości (1 i 2 klasa) dominowały drzewa o stożkowej koronie, a ich udział wynosił 62–72%. Tylko wśród najgrubszych drzew było najwięcej jodeł o szerokoparaboloidalnym wierzchołku (50%). Korzystne warunki wzrostu znalazła jodła w drzewostanach z udziałem gatunków pozytywnych (kategorie 2,

Tabela 3
Table 3

Procentowy udział poszczególnych typów wierzchołka oraz średni typ wierzchołka
Share of trees with different types of crown top and mean type of crown top

Źródło zmienności Source of variability	Klasy grubości Thickness class																								
	7-12 cm					12-24 cm					24-36 cm					36-48 cm					>48 cm				
	1	2	3	4	śr. mean	1	2	3	4	śr. mean	1	2	3	4	śr. mean	1	2	3	4	śr. mean	1	2	3	4	śr. mean
BMw*	81	11	8	-	1,4	76	17	6	1	1,3	44	37	19	-	1,8	26	26	48	-	2,2	17	33	50	-	2,3
BMw*	-	-	-	-	-	78	22	-	-	1,2	-	-	-	-	-	33	-	67	-	2,3	-	-	-	-	-
LMw*	70	12	16	2	1,5	75	17	6	2	1,4	43	36	19	2	1,8	20	53	23	4	2,1	10	60	30	-	2,2
LMw*	53	10	37	-	1,8	49	23	19	9	1,9	35	41	12	12	2,0	14	72	14	-	2,0	12	88	-	-	1,9
Faza Phase																									
optymalna optimum	59	36	5	-	1,4	57	19	18	6	1,7	48	36	16	-	1,7	27	73	-	-	1,7	-	10	-	-	2,0
starzenia aging	65	13	22	7	1,6	73	24	2	1	1,3	41	33	26	-	1,9	36	28	36	-	2,0	40	20	40	-	2,0
rozpadu decay	67	-	33	-	1,7	37	21	16	26	2,3	20	20	-	60	3,0	7	60	33	-	2,3	-	71	29	-	2,3
odnowienia regeneration	76	3	19	-	1,5	75	18	7	-	1,3	30	48	22	-	1,9	16	44	36	4	2,3	14	72	14	-	2,0
przerębowa pioneer	85	14	0	-	1,1	76	21	3	-	1,3	53	40	7	-	1,5	25	37	38	-	2,1	-	67	33	-	2,3
młodociana youth	100	-	-	-	1,0	87	3	7	3	1,3	80	-	20	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Skład gatunkowy
Species composition

1	62	25	13	-	1.5	72	15	13	-	1.4	45	40	15	-	1.7	36	36	28	-	1.9	25	25	50	-	2.2
2	53	13	27	7	1.9	73	13	14	-	1.4	40	20	40	-	2.0	-	71	29	-	1.6	-	75	25	-	2.3
3	100	-	-	-	1.0	55	11	11	22	2.0	100	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	67	-	33	-	1.3	75	-	8	17	1.7	100	-	-	-	1.0	-	-	100	-	3.0	-	-	-	-	3.0
5	95	2	3	-	1.1	78	19	3	-	1.2	54	37	6	3	1.6	19	56	25	-	2.1	-	10	10	-	2.0
6	36	36	28	-	1.9	49	30	12	9	1.8	40	27	20	13	2.1	21	43	29	7	2.2	-	67	33	-	2.3
7	67	7	26	-	1.6	60	20	13	7	1.7	17	50	33	-	2.2	33	58	9	-	1.8	25	75	-	-	1.7
8	77	8	15	-	1.4	74	20	6	-	1.3	40	33	27	-	1.9	14	14	72	-	2.6	50	-	50	-	2.0
9	60	20	20	-	1.6	65	18	12	5	1.6	20	60	20	-	2.0	-	100	-	-	2.0	50	10	-	-	2.0
10	88	-	12	-	1.2	93	-	7	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	100	-	3.0	-	-	-	-	-

Warstwa:
Layer

1	100	-	-	-	1.0	83	4	4	9	1.4	38	35	24	3	1.9	21	47	31	1	2.1	12	63	25	-	2.1
2	83	-	17	-	1.3	67	19	9	5	1.5	43	38	16	3	1.8	17	83	-	-	1.8	-	-	-	-	-
3	72	12	15	1	1.4	70	19	9	2	1.4	67	33	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rezerwat Reserve	73	11	15	1	1.4	70	18	9	3	1.5	42	37	18	3	1.8	20	50	28	2	2.1	63	63	25	-	2.1
-------------------------	----	----	----	---	-----	----	----	---	---	-----	----	----	----	---	-----	----	----	----	---	-----	----	----	----	---	-----

*Description as in the Table 1.

5 i 8). Średni wskaźnik typu wierzchołka korony, szczególnie w drzewostanach z przewagą sosny i brzozy, nie przekraczał wartości 2,0. W drzewostanach z dominacją grabu, w których gatunkami panującymi były gatunki pozytywne (kategorie 4, 7 i 10), stwierdzono także korzystne warunki wzrostu jodeł (średni wskaźnik typu wierzchołka korony cieńszych drzew był mniejszy od 1,7 i tylko w przypadku najgrubszych drzew osiągał wyższe wartości). Natomiast w drzewostanach z udziałem gatunków obojętnych (kategorie 3, 6, 9) zaobserwowano mniejszy udział drzew o korzystnych z hodowlanego punktu widzenia koronach. Jodły o stożkowych koronach stanowiły powyżej 50% tylko w kategorii 9 w 1 i 2 klasie grubości. W drzewostanach z udziałem gatunków liściastych oraz świerka (kategorie 3, 6 i 9) najczęściej jodeł charakteryzowało się zaokrąglonym wierzchołkiem, znaczny udział stanowiły drzewa o szerokoparaboloidalnym wierzchołku.

Analiza statystyczna nie wykazała wpływu warstwy drzewostanu na kształt wierzchołka korony jodły. Drzewa najgrubsze rosnące w górnej warstwie drzewostanu charakteryzowały się koronami o zaokrąglonym wierzchołku (63%), natomiast niewiele było drzew o stożkowym wierzchołku (12%). Wśród cieńszych drzew w górnej warstwie drzewostanu dominowały drzewa o stożkowych, a następnie zaokrąglonych koronach. Podobne wnioski można wyciągnąć analizując dolną warstwę drzewostanu. Największe zróżnicowanie typów wierzchołka korony stwierdzono w środkowej warstwie drzewostanu, gdzie średni wskaźnik wierzchołka korony u drzew cieńszych osiągał niższe wartości (1,4-1,5), a u drzew grubszych (>24 cm) wyższe w porównaniu z drzewami z górnej warstwy drzewostanu (tab. 3).

3.1.3. Typ przerzedzenia korony

Tę cechę budowy korony określono tylko dla drzew, u których ubytek aparatu asymilacyjnego wynosił powyżej 25%. W rezerwacie Jata tylko 41% drzew charakteryzowało się przerzedzeniem korony większym niż 25%. Najwięcej jodeł o zmniejszonym stopniu uiglenia stwierdzono w klasach grubości 2 (48%) i 3 (24%).

Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu kategorii drzewostanów ($T=4,29$; $P\alpha=0,89$), siedliska ($T=1,59$; $P\alpha=0,863$), fazy ($T=1,897$; $P\alpha=0,863$) oraz warstwy ($T=56,29$; $P\alpha=0,744$) na rodzaj przerzedzenia korony jodeł. Niezależnie od siedliska, fazy rozwoju lasu, składu gatunkowego drzewostanu, czy też warstwy drzewostanu oraz grubości drzew dominowały dwa typy przerzedzenia koron jodeł oddolny oraz równomierny, przy czym dominującym typem przerzedzenia w klasie drzew najcieńszych ($d_{1,3}<12$ cm) był typ równomierny (53%), natomiast w pozostałych klasach grubości przeważały drzewa charakteryzujące się oddolnym typem przerzedzenia (tab. 4). Jodły cechujące się odśrodkowym przerzedzeniem korony stanowiły znaczny udział (4-15%) wśród drzew o $d_{1,3}<36$ cm. Najwyższy udział drzew o peryferyjnie przerzedzonych koronach stwierdzono w klasie drzew najgrubszych (16%). Nieliczne były jodły o odgórnym,

Tabela 4
Table 4

Udział procentowy typów przerzedzenia koron jodeł w rezerwacie Jata
Share of the types of crown defoliation and decline in the Jata fir reserve

Typ przerzedzenia Type defoliation	Klasy grubości Thicknes class cm				
	d: 7-12	d: 12-24	d: 24-36	d: 36-48	d>48
peryferyjny peripheral	–	6	8	2	16
odśrodkowy internal	4	14	15	5	10
oddolny bottom	36	38	39	41	27
odgórny top	5	6	4	2	16
podwierzchołkowy subtop	–	4	2	7	5
równomierny uniform	53	28	24	41	16
lukowaty gap-like	2	4	8	2	10

podwierzchołkowym czy lukowatym przerzedzeniu korony, a ich udział w zależności od klasy grubości mieścił się w przedziałach 2-16%, 0-7% i 2-10%.

3.2. Charakterystyka żywotności jodeł w różnych warunkach środowiska w rezerwacie Jata

Podsumowaniem omówionych cech biomorfologicznych korony jodeł jest ocena ich żywotności (tab. 5). Analiza statystyczna wykazała bardzo istotny wpływ warunków wzrostu na żywotność jodeł. Stwierdzono, że na żywotność jodeł mają wpływ: siedlisko ($T=50,65$; $P\alpha=1,02 \cdot 10^{-9}$), skład gatunkowy drzewostanu ($T=102,07$; $P\alpha=0,000$), faza rozwoju ($142,38$; $P\alpha=0,000$), a także położenie drzew w warstwie drzewostanu ($T=66,20$; $P\alpha=4,41 \cdot 10^{-8}$). Średni wskaźnik żywotności wszystkich badanych jodeł wynosił w zależności od grubości drzew od 1,5 do 2,7. Najżywotniejsze drzewa (1 klasa żywotności) dominowały w 1 klasie grubości (61%), natomiast w miarę wzrostu grubości drzew stwierdzono pogarszanie się ich żywotności. Drzewa średnio uszkodzone (3 klasa żywotności) przeważały wśród jodeł o grubości powyżej 24 cm, jednak udział drzew silnie uszkodzonych (4 klasa żywotności) był niewielki we wszystkich klasach grubości (tab. 5).

Wpływ siedliska na żywotność jodeł zaznaczał się tylko w pierwszych dwóch klasach grubości drzew. W wyższych klasach grubości nie stwierdzono różnic pomiędzy żywotnością drzew w zależności od warunków siedliskowych. Żywotność jodeł o grubości 7-24 cm na siedlisku BMśw oraz LMśw była istotnie lepsza niż na siedlisku LMw. Najlepszą żywotnością charakteryzowały się najcieńsze

Tabela 5
Table 5

Procentowy udział drzew w klasach żywotności i średnia żywotność
Share of trees in the vitality classes and the main vitality class

Źródło zmienności Source of variability	Klasy grubości Thickness class																								
	7-12 cm					12-24 cm					24-36 cm					36-48 cm					>48 cm				
	1	2	3	4	śr. mean	1	2	3	4	śr. mean	1	2	3	4	śr. mean	1	2	3	4	śr. mean	1	2	3	4	śr. mean
Bms*	63	30	6	1	1,4 ^a	35	36	23	7	2,0 ^a	10	35	45	10	2,5 ^a	8	23	46	23	2,8 ^a	-	33	67	-	2,7 ^a
BMw*	100	-	-	-	1,0 ^{ab}	30	30	30	10	2,2 ^{bc}	-	-	-	-	-	-	33	67	-	2,7 ^a	-	-	-	-	-
LMsw*	70	18	10	4	1,5 ^a	46	23	21	10	1,9 ^a	17	22	44	17	2,6 ^a	5	36	60	-	2,6 ^a	10	30	50	10	2,6 ^a
LMw*	36	17	39	8	2,2 ^b	17	28	45	11	2,5 ^b	-	38	62	-	2,6 ^a	8	21	71	-	2,6 ^a	-	63	37	-	2,4 ^a
Faza Phase																									
optymalna optimum	29	47	21	3	1,9 ^a	16	29	41	14	2,5 ^c	13	32	55	-	2,8 ^a	8	46	46	-	2,4 ^a	50	-	50	-	2,3 ^a
starzenia aging	49	18	26	7	1,9 ^a	25	33	33	9	2,3 ^{ab}	11	30	41	18	2,7 ^{ab}	-	50	50	-	2,5 ^a	-	20	80	-	2,0 ^a
rozpadu decay	50	30	10	10	1,8 ^{abc}	16	18	42	26	2,8 ^a	-	-	60	40	3,4 ^b	12	-	88	-	2,8 ^a	-	14	72	14	3,0 ^a
odnowienia regeneration	69	18	10	3	2,5 ^b	37	33	24	6	2,0 ^c	9	35	50	6	2,5 ^b	5	11	67	17	2,9 ^b	-	66	14	-	2,1 ^a
przerębowa pioneer	47	37	16	-	1,7 ^{ab}	37	34	23	6	2,0 ^{bc}	20	20	60	-	2,4 ^{bc}	-	60	40	-	2,4 ^a	-	67	33	-	2,3 ^a
młodociana youth	93	7	-	-	1,1 ^c	81	7	6	6	1,3 ^d	60	20	20	-	1,6 ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Skład gatunkowy Species composition																									
1	40	37	13	10	1,9 ^{ab}	35	38	23	4	1,9 ^{ab}	15	35	50	-	2,3 ^a	-	57	43	-	2,4 ^a	25	50	25	-	2,0 ^a
2	37	15	41	7	2,2 ^a	13	48	17	22	2,5 ^{acde}	-	33	67	-	2,7 ^a	-	67	33	-	2,3 ^a	-	50	50	-	2,5 ^a
3	100	-	-	-	1,0 ^f	33	12	22	33	2,6 ^{fg}	50	50	-	-	1,5 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	73	18	9	-	1,4 ^{bc}	77	9	5	9	1,4 ^b	100	-	-	-	1,0 ^a	-	-	-	-	-	-	-	100	-	3,0 ^a
5	75	20	5	-	1,3 ^c	47	29	19	5	1,8 ^{cd}	11	37	48	6	2,5 ^a	10	40	50	10	2,8 ^b	-	80	20	-	2,2 ^a
6	41	20	12	8	2,1 ^b	22	20	48	10	2,5 ^{cd}	27	13	47	13	2,5 ^b	18	18	64	-	2,4 ^a	-	33	67	-	2,7 ^a
7	61	27	9	3	1,5 ^{bc}	19	28	25	28	2,6 ^{fg}	5	17	61	17	2,9 ^a	-	12	88	-	2,9 ^b	-	-	75	25	3,2 ^a
8	84	4	9	3	1,3 ^c	35	22	40	3	2,1 ^{abc}	13	34	40	13	2,5 ^a	-	-	60	40	3,4 ^b	-	50	50	-	2,5 ^a
9	14	65	14	7	2,1 ^b	6	29	59	6	2,6 ^{fg}	-	20	80	-	2,8 ^b	-	25	75	-	2,8 ^b	-	-	100	-	3,0 ^a
10	87	7	-	6	1,3 ^c	64	21	15	-	1,5 ^{cdh}	-	-	-	-	-	-	-	10	-	3,0 ^a	-	-	-	-	
Warstwa: Layer																									
1	75	-	25	-	1,5 ^a	80	8	4	8	1,4 ^b	8	13	65	14	2,8 ^a	7	25	61	7	2,7 ^a	4	42	50	4	2,5
2	63	37	-	-	1,6 ^a	32	31	25	12	2,2 ^a	17	34	44	5	2,4 ^d	-	50	50	-	2,5 ^a	-	-	-	-	-
3	49	25	20	5	1,8 ^a	34	28	30	8	2,1 ^b	-	100	-	-	2,0 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rezerwat Reserve	64	21	12	3	1,5	36	27	27	9	2,1	14	29	50	7	2,5	6	28	60	6	2,7	4	42	50	4	2,5

W każdej kolumnie wartości z taką samą literą nie są różne statystycznie na poziomie istotności 0,05 (test Kruskala-Wallis)

There is no statistical difference between every column of values marked with the same letter on the significance level 0.05 (Kruskal-Wallis test)

jodły. W miarę wzrostu grubości drzew zwiększał się udział słabo i średnio uszkodzonych jodeł niezależnie od warunków siedliskowych.

Żywotność cieńszych jodeł ($d < 36$ cm) zależy od fazy rozwoju drzewostanu. W klasie drzew najcieńszych najlepszą żywotnością charakteryzowały się jodły w fazie młodocianej i ich średnia żywotność istotnie różniła się od pozostałych faz. W fazie młodocianej prawie wszystkie jodły (93%) reprezentowały 1 klasę żywotności, a tylko 7% należało do 2 klasy. W fazie odnowienia jodły zakwalifikowane do 1 klasy żywotności stanowiły 69%, a 18% jodeł zaliczono do 2 klasy żywotności. W fazach starzenia, przerębowej i rozpadu jodły o żywotności 1 stanowiły 47-50%, ponadto stwierdzono duży udział jodeł należących do 2 klasy żywotności (18-30%). Natomiast w fazie optymalnej, w niekorzystnych warunkach świetlnych zaobserwowano dużą liczebność jodeł reprezentujących 2 klasę żywotności (47%). We wszystkich fazach rozwojowych lasu stwierdzono brak lub niewielki udział jodeł z 4 klasy żywotności (0-10%). W drugiej klasie grubości największy udział najżywotniejszych drzew stwierdzono w fazie młodocianej, a ich średnia żywotność była istotnie lepsza niż w pozostałych fazach. Zbliżoną żywotnością charakteryzowały się jodły w fazach odnowienia i przerębowej. Istotnie mniejszą żywotność w porównaniu z wymienionymi fazami stwierdzono w pozostałych fazach, które między sobą nie różniły się istotnie. Żywotność jodeł w trzeciej klasie grubości była wciąż najlepsza w fazie młodocianej, ponad połowa drzew nie wykazywała oznak uszkodzenia. Analiza statystyczna wykazała, że różnice żywotności pomiędzy fazami są statystycznie istotne. Najsłabszą żywotnością w porównaniu z pozostałymi fazami charakteryzowała się jodła w fazie rozpadu. Tendencja obniżonej żywotności w fazie rozpadu utrzymywała się także w pozostałych klasach grubości. Drzewa najgrubsze charakteryzowały się obniżoną żywotnością niezależnie od fazy rozwoju drzewostanu. Udział zdrowych drzew był niewielki, dominowały drzewa średnio uszkodzone.

Żywotność cieńszych drzew ($d_{1,3} < 24$ cm) zależała także od składu gatunkowego drzewostanu. W drzewostanach mieszanych z przeważającym udziałem sosny i brzozy (kategoria 5, 8) oraz w drzewostanach z domieszką grabu (kategorie 7, 10) stwierdzono lepszą żywotność jodły niż w drzewostanach z przewagą gatunków neutralnych (kategoria 6, 9). Na żywotność grubszych drzew ($d_{1,3} \geq 24$ cm) nie wpływał skład gatunkowy drzewostanu. Średnia żywotność drzew z trzeciej klasy grubości mieściła się w przedziale 1,0-2,9, a udział zdrowych drzew (żywotność 1) był bardzo zróżnicowany i wynosił 0-100%. Dominowały drzewa charakteryzujące się średnią żywotnością. Drzewa najgrubsze (4 i 5 klasa grubości), które stwierdzono tylko w drzewostanach mieszanych z udziałem jodły 20-40% oraz w litej jedlinie charakteryzowały się niewielkim udziałem drzew zdrowych. W drzewostanach mieszanych (Jd 20-40%) przeważały drzewa średnio uszkodzone, a w drzewostanach z przewagą jodły (Jd > 50%) drzewa słabo uszkodzone.

Analiza statystyczna wykazała, że czynnikiem decydującym o żywotności jodeł jest także położenie drzew w drzewostanie. Warstwa drzewostanu ma istotny wpływ na żywotność drzew o grubości 24-36 cm. W niższych klasach grubości stwierdzono słabszą żywotność jodeł w miarę obniżania się warstwy drzewostanu. Grubsze drzewa charakteryzowały się słabszą żywotnością w porównaniu z drzewami cienkimi, natomiast najniższą żywotnością cechowały się drzewa z warstwy górnej (> 24 cm).

4. DYSKUSJA

Obniżenie żywotności drzewostanów jodłowych jest symptomem zamierania jodły. Badania prowadzone w wielu krajach europejskich, a także w Polsce wskazywały na nasilenie zjawiska zamierania jodły szczególnie w latach siedemdziesiątych, czego wyrazem było zmniejszanie się udziału jodły w drzewostanach. Nawet w optymalnych warunkach siedliskowych na terenie Karpat udział powierzchniowy tego gatunku zmniejszył się o połowę w ciągu ostatnich stu lat (JAWORSKI i in. 1988). Zamieranie jodły było najbardziej widoczne na granicy jej zasięgu (LEIBUNDGUT 1974). W Lasach Rogowskich, położonych na północnej granicy naturalnego zasięgu tego gatunku, zjawisko zamierania przybrało katastrofalne rozmiary (BERNADZKI 1989). Natomiast od 1980 r. proces zamierania jodły osłabł nie tylko w Karpatach, ale także w całym naturalnym zasięgu występowania tego gatunku. W latach 1981-1989, zarówno w starszych, jak i młodszych klasach wieku jodła zareagowała zwiększonym przyrostem radialnym (FABIJANOWSKI, JAWORSKI 1995). Tę pozytywną reakcję obserwowano nie tylko w Polsce, ale także poza granicami naszego kraju, chociaż nie wszędzie przyrost ten powrócił do wartości sprzed okresu jego załamania (BECKER i in. 1994). Korzystne zmiany stwierdzono także w koronach, poprawiła się ich tendencja wzrostowa i żywotność.

Długość korony jest miernikiem żywotności drzewa, ponieważ skrócenie i zwężenie korony oznacza zarazem zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej, która nie może dostarczyć wystarczającej ilości związków organicznych dla całego drzewa (JAWORSKI 1979). Badania JAWORSKIEGO i in. (1988) wskazują, że dla normalnego przyrostu jodeł, zgodnego z tabelarycznym, konieczna jest korona o długości co najmniej 42% wysokości drzewa. Z przeprowadzonych badań wynika, że jodły rosnące w rezerwacie Jata na peryferiach zasięgu, w warunkach odbiegających od optymalnych, charakteryzowały się długimi koronami. Udział drzew o skróconych koronach, także wśród drzew najcieńszych i z dolnej warstwy był niewielki. Wyniki te świadczą o wystarczających warunkach świetlnych dla jodły oraz o korzystnej budowie i strukturze drzewostanów w rezerwacie Jata. Natomiast w drzewostanach Gorczańskiego Parku Narodowego (KARAŚ 1993)

zanotowano przewagę jodeł o koronach krótszych niż $1/3$ długości strzały, co świadczy o osłabionej żywotności drzew. Przyjmując, że długa korona jest jednym z przejawów dobrej żywotności drzew, należy stwierdzić, że uzyskane wyniki badań świadczą o dobrej kondycji drzew tego gatunku na terenie rezerwatu Jata.

O długości korony decyduje wiele czynników środowiskowych. Wyniki badań z rezerwatu Jata sugerują, że zarówno siedlisko, faza rozwoju lasu, skład gatunkowy drzewostanu, jak i grubość drzew wywierają wpływ na wielkość korony jodeł. Z badań JAWORSKIEGO (1979), JAWORSKIEGO i in. (1988) wynika, że jodły rosnące w drzewostanach z udziałem gatunków światłożądnych wykształcają długie korony. Wyniki badań prowadzonych na terenie rezerwatu Jata potwierdziły tę prawidłowość. W drzewostanach z udziałem gatunków liściastych i świerka stwierdzono większy udział drzew o skróconych koronach. W drzewostanach o strukturze przerębowej jodła wykształciła najdłuższe korony, co jest zgodne z badaniami JAWORSKIEGO (1979). W drzewostanach rosnących na siedliskach borowych stwierdzono dłuższe korony niż na siedliskach lasowych. Podobne wyniki uzyskali JAWORSKI i in. (1988) w drzewostanach młodszych klas wieku. Istnienie zależności długości korony od klas grubości potwierdzają wyniki innych autorów (KACZMARSKI, LORYŚ 1993).

Przyrost grubości oraz długość korony są skorelowane prawie liniowo (JAWORSKI i in. 1988). Drzewa z dłuższą koroną charakteryzują się szybszym przyrostem grubości i wysokości oraz większą odpornością na susze (JAWORSKI, ZARZYCKI 1983). Dlatego też długość korony jest bardzo dobrym kryterium określania żywotności drzew. Wczesne i częste usuwanie wolnorosnących drzew z warstwy górnej i środkowej stymuluje rozwój koron pozostałych drzew, a tym samym poprawia żywotność i odporność drzewostanów (SPIECKER 1986). Podobne rezultaty uzyskał VYSKOT (1986), najdłuższe korony występowały w drzewostanach pielęgnowanych trzebieżą górną. Badania SCHÜTZA (1986) oraz BERNAZKIEGO (1989) potwierdziły korzystny wpływ długości korony na żywotność jodły, przy czym związek pomiędzy żywotnością drzewa a wielkością jego korony zaciera się w starszych drzewostanach, w szczególności V klasy wieku. Długość korony wydaje się najlepszym parametrem do oceny jakości zabiegów hodowlanych oraz do oceny reakcji drzew na wcześniejsze zabiegi.

Dla praktyki leśnej typ korony jest bardzo istotną cechą hodowlaną drzewa (JAWORSKI 1979). Jodły odznaczają się mniej lub bardziej wąskostożkowymi koronami. Korony starych drzew rosnących w zwarciu osadzone są wysoko, a strzały oczyszczone nawet do znacznych wysokości (BORATYŃSKI 1983). W rezerwacie Jata przeważały drzewa o korzystnych cechach biomorfologicznych korony (dominowały stożkowe i zaokrąglone wierzchołki korony), co świadczy o wysokiej kondycji drzewostanów jodłowych na niżu. Porównanie uzyskanych wyników z badaniami JAWORSKIEGO i in. (1988) wskazuje, że średni wskaźnik wierzchołka korony jodeł rosnących w rezerwacie Jata jest zdecydowanie lepszy niż jodeł rosnących w starszych drzewostanach. Wskaźnik ten w badanym rezer-

wacie jest często lepszy lub porównywalny z drzewostanami młodszych klas wieku występującymi w optimum zasięgu. W zbiorowiskach leśnych Gorców, charakteryzujących się znacznym stopniem degradacji (KARAŚ 1993), także dominowały jodły o koronach źle wykształconych bez wyraźnego wierzchołka (64,5%). Okazuje się, że we wczesnym okresie życia drzew ($d_{1,3} < 24$ cm) warunki siedliskowe mają istotny wpływ na kształtowanie się wierzchołków jodeł. W starszych klasach wieku kształt korony nie zależy od warunków wzrostu.

Typ przerzedzenia korony może dostarczyć informacji na temat charakteru czynnika sprawczego. Niewielka liczba drzew charakteryzująca się przerzedzeniem korony wskazuje na korzystne warunki wzrostu drzew na terenie rezerwatu Jata. Wyróżniono 7 typów przerzedzenia korony, ale tylko 2 były liczniej reprezentowane: oddolny i równomierny. W starszych klasach wieku dominował oddolny typ przerzedzenia, który w wielu przypadkach może być efektem naturalnego procesu starzenia igliwia i pędów, szczególnie wyraźnego w zwartych drzewostanach. Typ równomierny charakteryzujący się równomiernym przerzedzeniem korony drzew często powstaje na skutek gwałtownej zmiany warunków ekologicznych, np. wskutek obniżenia poziomu wód gruntowych (LESIŃSKI 1989). W badanym rezerwacie ten typ przerzedzenia dominował wśród cieńszych drzew. W okresie badań, a więc w sezonie letnim, w latach 1992-93 w Polsce wystąpiły susze, które między innymi przyczyniły się do obniżenia poziomu wód gruntowych. Jodła pospolita jest najmniej odpornym gatunkiem na suszę w rodzaju *Abies*. Badania AUSSENACA (1980) wykazały stosunkowo małą reaktywność szparek na pogarszające się stosunki wodne w igłach. Dość licznie reprezentowanym typem przerzedzenia był także typ peryferyjny. Ten typ przerzedzenia mogą powodować przymrozki późne, które są dość częstym zjawiskiem w rezerwacie Jata. Jodła na niżu jest szczególnie wrażliwa na przymrozki późne. W zwartych drzewostanach omawiany typ przerzedzenia powstaje wskutek biczowania przez gałęzie sąsiednich drzew.

W latach siedemdziesiątych obumieranie jodły w wielu rezerwach w Polsce i w innych krajach miało charakter klęskowy. Usychały stare jodły i nie pojawiało się odnowienie, poza tym obserwowano obumieranie jodły w niskich stopniach grubości (MÁLEK 1981). Postępujący proces osłabienia, a następnie zamierania był charakterystyczny dla większości drzewostanów w Polsce. Natomiast wyniki przeprowadzonych badań w latach 1992-93 wskazują, że zbiorowiska leśne w rezerwacie Jata charakteryzują się niewielkim stopniem degradacji, co przejawia się nieznacznym osłabieniem żywotności drzew. W drzewostanach rezerwatu Jata zaobserwowano wyraźną przewagę drzew najmłodszych o grubości mniejszej od 12 cm (27%) oraz drzew z drugiej klasy grubości (48%). Wyraźna przewaga drzew z dolnej warstwy drzewostanu świadczy o zróżnicowanej strukturze pionowej drzewostanów oraz o korzystnej tendencji rozwoju jodły w omawianym rezerwacie. Natomiast wysoka żywotność tych drzew sugeruje możliwość prawidłowego ich rozwoju w przyszłości. Żywotność najgrubszych drzew

($d_{1,3} \geq 36$ cm), których udział wynosi 10% jest również zadowalająca. Przeważały drzewa średnio uszkodzone, jednak udział słabo uszkodzonych drzew był wysoki. Średnia żywotność jodeł w rezerwacie Jata w różnych klasach grubości była lepsza w porównaniu z drzewostanami młodszych i starszych klas wieku rosnącymi w optimum występowania tego gatunku w Polsce (JAWORSKI i in. 1988).

Wyniki omawianych badań wskazują, że o żywotności jodły w rezerwacie Jata decyduje szereg czynników ekologicznych. Warunki siedliskowe są jednym z najważniejszych czynników kształtujących żywotność cieńszych drzew. Badania innych autorów wskazywały na zależność żywotności jodły od siedliska (BROŽ 1982, SCHÜTZ 1986, KRAUSE i in. 1986). Drzewostany rosnące na siedliskach średnio bogatych i wilgotnych mają lepszy stan zdrowotny niż drzewostany rosnące na siedliskach żyznych (BROŽ, 1982). Częściej zamierają drzewostany rosnące na słabszych glebach, o gorszym zaopatrzeniu w składniki pokarmowe (KRAUSE i in. 1986).

Kolejnym czynnikiem kształtującym żywotność jodły jest skład gatunkowy drzewostanu. Najwięcej żywotnych drzew w rezerwacie Jata stwierdzono w drzewostanach mieszanych z przeważającym udziałem sosny i brzozy oraz w drzewostanach z domieszką grabu. Drzewostany złożone z gatunków liściastych wpływają negatywnie na żywotność młodych jodeł ($d_{1,3} < 24$ cm). Badania innych autorów wskazują, że najslabiej uszkodzone są drzewostany mieszane jodłowo-świerkowo-sosnowe (BROŽ 1982).

Wpływ socjalnego położenia drzew w drzewostanie stwierdzono tylko dla drzew z trzeciej klasy grubości. Z badań BERNADZKIEGO (1989) wynika, że nie ma istotnej korelacji pomiędzy żywotnością jodły i stanowiskiem biosocjalnym.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono istotny wpływ wieku, charakteryzowanego przez fazę rozwoju drzewostanu na żywotność jodły, co jest zgodne z wynikami badań innych autorów (BROŽ 1982, SCHÜTZ 1986, BERNADZKI 1989). Badania KACZMARSKIEGO i LORYSIA (1993) wskazują na obniżenie wskaźników żywotności najcieńszych i najgrubszych drzew, natomiast wyniki badań z rezerwatu Jata nie potwierdzają gorszej żywotności najcieńszych drzew. Obniżenie żywotności starszych drzew, zwłaszcza w fazie rozpadu, jest związane z ich wiekiem, co jest normalnym zjawiskiem, szczególnie w drzewostanach podlegających ochronie.

5. WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Drzewostany jodłowe w rezerwacie Jata charakteryzują się korzystną budową i strukturą, a tym samym dobrą kondycją.

2. W rezerwacie Jata jodła jest gatunkiem dynamicznym, o czym świadczy duża liczebność bardzo cienkich (7-12 cm) i cienkich (12-24 cm) drzew.

3. Wysoka żywotność i liczebność cieńszych drzew stwarzają możliwość systematycznego wzrostu udziału jodły w składzie gatunkowym drzewostanów rezerwatu Jata.

4. Na kształtowanie się długości korony, jej wierzchołka oraz żywotności młodszych drzew wpływają siedlisko, faza rozwoju i skład gatunkowy drzewostanu. Warunki wzrostu starszych drzew nie mają wpływu na ich żywotność i kształt korony.

5. Siedliska LMśw i BMśw stwarzają korzystniejsze warunki wzrostu niż siedliska LMw i BMw.

6. W drzewostanach mieszanych z przeważającym udziałem sosny i brzozy oraz w drzewostanach z domieszką grabu żywotność jodły jest lepsza niż w drzewostanach z udziałem gatunków liściastych oraz świerka.

7. Długość korony jest najlepszym parametrem do oceny jakości zabiegów hodowlanych oraz do oceny reakcji jodły na wcześniejsze zabiegi.

Praca została przyjęta przez Komitet Redakcyjny 16 stycznia 1998 r.

THE VITALITY OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) STANDS IN THE JATA RESERVE IN POLAND

Summary

This study presents the healthy condition of fir stands growing near the northern natural range of the species. A 1117 ha study area was sampled using 317 circular plots in the following way. Fir stands were sampled using points in a 100 x 200 meter grid while non fir stands were sampled using a 200 x 400 m grid. Hence, the whole area of the 'Jata' reserve was covered by the network of research plots. A criterion of the healthy state of fir stands was vitality of trees. Fir vitality was defined taking into account some quality features of trees such as a crown length, type of crown top, type of crown defoliation, and needle loss. Mean crown length of all fir trees was 1.57 m. It was found that the relationships between crown length and site type, phase of forest development and species composition were statistically significant. In the 'Jata' reserve dominant types of crown top were coniform (60%) and rounded (24%). With an increase in fir stem diameter, the percentage of trees with coniform tops decreased. Only 41% of trees indicated needle loss over 25%. The dominant type of crown defoliation was a uniform loss of needles throughout the crown. It was found that site conditions influenced fir vitality. Mean vitality of younger trees was higher on fresh mixed coniferous forest (BMśw) and fresh mixed broad-leaved forest (LMśw) site types than on other sites. The greatest fir vitality was found in young stands (the youth phase). A comparison of fir vitality between categories of stands associated with different canopy species (positive species - pine and birch, the admixture of hornbeam, and the percentage of indifferent species such as ash, alder, oak, trembling aspen, lime and spruce), showed that the best vitality was found in stands characterised by pine and birch.

(Transl. D. D.)

Piśmiennictwo

- AUSSENAC G. 1980: Comportement hydrique de rameaux excisés de quelques espèces de sapins et de pins noirs en phase de dessiccation. *Ann. Sci. Forest.*, 37, 3: 201-215.
- BECKER M., LANDMANN G., LÉVY G. 1989: Silver fir decline in Vosges mountains (France): role of climate and silviculture. *Water, Air, Soil Poll.* 48: 77-86.
- BECKER M., BERT G. M., BOUCHON J., PICARD J. F., ULRICH E. 1994: Tendances à long terme observées dans la croissance de divers feuillus et résineux du nord-est de la France depuis le milieu du XIXe siècle. *Rev. For. Fran.*, 46, 4: 335-341.
- BERNADZKI E. 1971: Problem zagospodarowania drzewostanów jodłowych. *Sylvan*, 123, 8: 19-30.
- BERNADZKI E. 1983: Zamieranie jodły w granicach naturalnego zasięgu. W: *Jodla pospolita *Abies alba* Mill.* PWN, Warszawa – Poznań: 483-502.
- BERNADZKI E. 1989: Żywotność jodły (*Abies alba* Mill.) w lasach LZD w Rogowie. *Sylvan*, 133, 3: 1-8.
- BORATYŃSKI A. 1983: Systematyka i geograficzne rozmieszczenie. W: *Jodła pospolita *Abies alba* Mill.* PWN, Warszawa – Poznań: 41-86.
- BROŽ A. 1982: Odumírání jedle v oblasti Jihočeských státní lesu. *Lesnictví*, 28, 9: 741-756.
- DOBROWOLSKA D. 1996: Dynamika odnowienia naturalnego jodły pospolitej *Abies alba* Mill. w zasięgu wyspowym na Podlasiu na przykładzie rezerwatu „Jata”. *Maszyn. SGGW.*
- FABIJANOWSKI J., JAWORSKI A. 1995: Kierunki postępowania hodowlanego w lasach karpaccich wobec zmieniających się warunków środowiska. *Sesja naukowa Pol. Tow. Leśnego, Szczawnica 28-29.09.1995.*
- GRANICZNY S., UKLEJA-DOBROWOLSKA D. 1990: Wstępna ocena stanu hodowlanego i zdrowotnego drzewostanów z udziałem jodły na wybranych powierzchniach badawczych Świętokrzyskiego Parku Narodowego i Puszczy Świętokrzyskiej. *Rocz. Świętokrzyski*, 17: 29-44.
- HIPPOLITI G. 1989: Sulle cause del deperimento delle abetine toscane. *Ann. Acc. Ital. Sci. For.*, 38: 517-539.
- JAWORSKI A. 1979: Charakterystyka hodowlana wybranych drzewostanów z udziałem jodły (*Abies alba* Mill.) w Karpatach i Sudetach. *Acta Agr. Silv.*, 18: 19-60.
- JAWORSKI A., ZARZYCKI K. 1983: *Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.)*. W: *Ekologia*. PWN, Warszawa–Poznań: 317-430.
- JAWORSKI A., PODLASKI R., SAIKIEWICZ P. 1988: Kształtowanie się zależności między żywotnością i cechami biomorfologicznymi korony a szerokością słoju rocznych u jodeł. *Acta Agr. Silv.*, 27: 61-84.
- KACZMARSKI J., LORYŚ S. 1993: Charakterystyka budowy i struktury oraz wybranych cech hodowlanych dolnoregłowego jodłowego drzewostanu przerębowego w Karpaccim Parku Przyrodniczym na Ukrainie. *Acta Agr. Silv.*, XXXI: 81-95.
- KARAŚ M. 1993: Uwagi o stanie zdrowotnym jodły (*Abies alba* Mill.) na wybranych powierzchniach Gorczańskiego Parku Narodowego. *Prądnik*, 7-8: 221-224.
- KRAUSE G., ARNDT U., BRANDT C. J., BUCHER J., KENK G., MATZNER E. 1986: Forest decline in Europe: development and possible causes. *Water, Air, Soil Poll.* 31: 647-668.
- LEIBUNDGUT H. 1974: Zum Problem des Tannensterbens. *Schweiz. Zeit. Forstw.*, 125, 7: 426.
- LEIBUNDGUT H. 1979: Über die Dynamik europäischer Urwälder. *Schweiz. Zeit. Forstw.* 130, 9/10: 906-916.
- LESIŃSKI J. A. 1989: Morphological vigour indicators in Norway spruce. W: *Proceeding of the IUFRO Workshop on Forest Monitoring, Czechoslovakia, Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviste-Strnady*: 50-58.
- MÁLEK J. 1981: Jedle v pralesovitých rezervacích a vyberných lesích. *Les. Pr.*, 6: 255-259.
- MAYER H. 1979: Zur waldbaulichen Bedeutung der Tanne im Mitteleuropäischen Bergwald. *Forst- u. Holzwirt*, 34, 16: 333-343.
- NIEDZIELSKA B. 1992: Właściwości drewna jodły (*Abies alba* Mill.) pochodzącej z drzewostanów o strukturze przerębowej. *Acta Agr. Silv.* 30: 63-73.

- SCHÜTZ J. P. 1986: Vigor of silver fir and how it is affected by stand, structure, growth and yield nutrition and silviculture. Forstwiss. Central. 105, 5: 406-420.
- SOKAL R. R., ROLPH F. J. 1981: Biometry. Freeman & Company, New York.
- SPIECKER H. 1986: Das Wachstum der Tannen und Fichten auf Plenterwald - Versuchsflächen des Schwarzwaldes in der Zeit von 1959 bis 1984. All. Forst. Jag., 157,8: 152-164.
- SZYMKIEWICZ B. 1951: Studia nad optymalną strukturą drzewostanów jodłowych w gospodarstwie przerębowym. Prace Inst. Bad. Leśn., 73:1-123.
- VYSKOT M. 1986: Vývoj populace jedle *A. alba* Mill. při rozdílné fytotechnice. Lesnictví 32, 11: 951-974.